

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**Peperiksaan Semester Tambahan  
Sidang 1992/93**

**Jun 1993**

**EEE 313 - Sistem Kawalan I**

**Masa : [3 jam]**

---

**ARAHAN KEPADA CALON:**

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi 7 muka surat beserta Lampiran (2 muka surat) bercetak dan ENAM (6) soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab mana-mana LIMA (5) soalan.

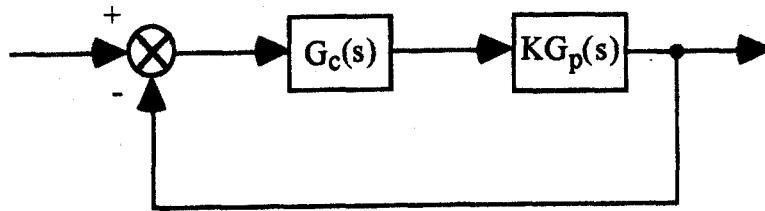
Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sut sebelah kanan sebagai peratusan daripada markah keseluruhan yang diperuntukkan bagi soalan berkenaan.

Jawab kesemua soalan di dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. Untuk sistem gelung-tertutup Rajah 1, fungsi pindah loji diberikan oleh

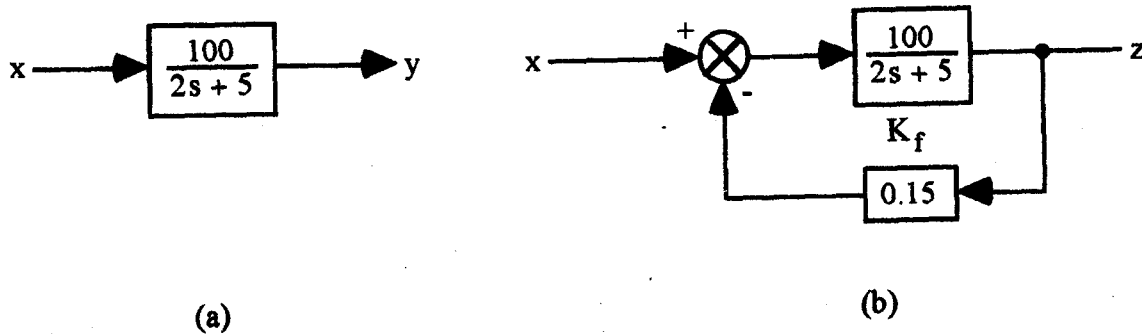
$$KG_p(s) = \frac{50K}{(s+1)(s+2)(s+10)}$$



Rajah 1

- (a) Lakarkan londar punca untuk  $G_c(s) = 1$ . (25%)
- (b) Dengan  $G_c(s) = 1$  dan  $K = 0.377$ , kutub-kutub sistem gelung-tertutup terjadi pada  $-1.3777 \pm j1.377$  dan  $-10.25$ . Oleh itu, untuk punca-punca kompleks, faktor redaman, ialah  $\zeta = 0.707$ . Cari ralat keadaan-mantap untuk masukan unit langkah, bagi sistem ini. (25%)
- (c) Pemampas fasa-lengahan dengan untung AT satu ingin direkabentukkan, dan  $K$  akan tingkatkan kepada nilai 3. Cari ralat keadaan mantap untuk suatu masukan unit langkah untuk kes ini. (25%)
- (d) Rekabentukkan pemampas sedemikian rupa sehingga, dengan  $K = 3$ , kutub-kutub yang diberikan di dalam (b) dianjakkan hanya dengan amaun yang kecil. (25%)

2. Diberikan sistem gelung-terbuka di dalam Rajah 2(a), dan sistem yang sama dikonfigurasikan sebagai sistem gelung tertutup di dalam Rajah 2(b). Masukan kepada setiap sistem adalah  $x(t) = 10u(t)$ .



Rajah 2 - (a) Sistem gelung terbuka. (b) Sistem gelung-tertutup

- (a) Hitung masa dikehendaki untuk sistem gelung-terbuka untuk mencapai 80% nilai keadaan mantap keluaran  $y$ . (20%)
- (b) Ulangi bahagian (a) untuk sistem gelung-tertutup dan bandingkan waktu-waktu sambutan kedua-dua sistem. (30%)
- (c) Hitung nilai baharu  $K_f$  sedemikian rupa sehingga sistem gelung-tertutup mencapai 80% nilai keadaan-mantapnya dalam 100 ms; juga, hitung semula masukan agar nilai keadaan-mantap keluaran kekal tak berubah. (50%)

3. (a) Lukis lakaran Bode untuk fungsi pindah berikut:-

$$G(s)H(s) = \frac{K}{(s + 10)(s + 5)(s + 0.5)(s + 20)}$$

(50%)

- (b) Dengan menggunakan lakaran Bode, dapatkan untung maksimum K yang hanya dapat mengekalkan kestabilan sistem.

(25%)

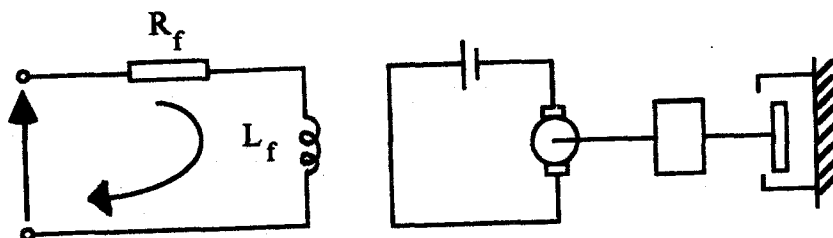
- (c) Selaraskan untung sistem K di dalam fungsi pindah supaya sut fasanya ialah  $-54^\circ$ .

(25%)

4. (a) Terbitkan fungsi pindah di antara voltan yang digunakan  $e_f$  dan kedudukan aci  $\theta$  suatu motor di kawalan-medan di dalam Rajah 4(a).

$$\begin{aligned} T_m &= J/B \text{ pemalar masa motor} \\ T_f &= L_f/R_f = \text{pemalar masa medan} \\ A &= K_t/(R_f B) \\ J &= \text{inersia beban motor} \\ B &= \text{pemalar lemati} \end{aligned}$$

(20%)



Rajah 4(a)

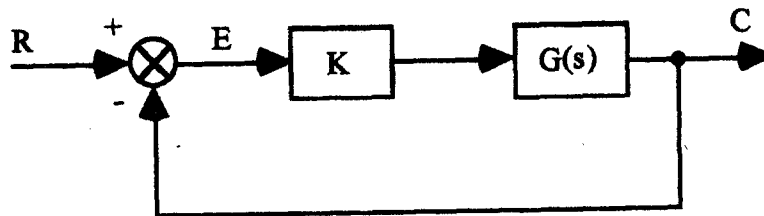
...5/-

- (b) Jika  $T_f \ll T_m$ , tunjukkan bahawa fungsi pindah terhampir adalah di dalam bentuk

$$G(s) = \frac{\theta}{E_f} = \frac{A}{s(T_m s + 1)}$$

(10%)

- (c) Jika  $A = 0.5$ ,  $T_m = 0.25$  dan dengan menggunakan  $G(s)$  terhampir, keluaran pengesan yang menyukatkan kedudukan aci dibandingkan dengan suatu isyarat di dalam bentuk yang sama bagi memperolehi isyarat ralat  $E$  di dalam gambarajah blok di dalam Rajah 4(b), di mana  $K$  adalah untung penguat kuasa.



Rajah 4(b)

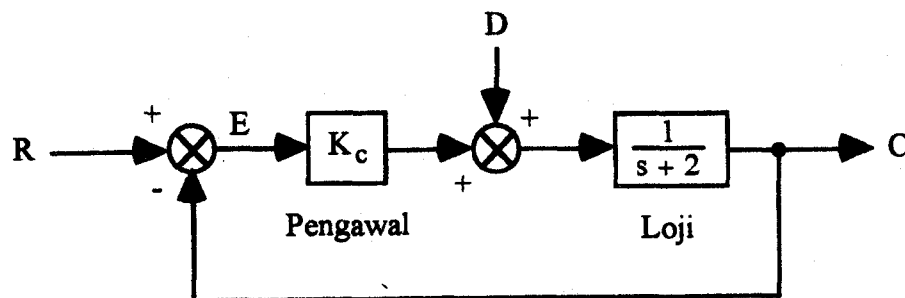
- (i) Untuk satu masukan unit langkah dapatkan sambutan kedudukan-kedudukan aci untuk nilai  $K = 1$ ,  $K = 1.9$  dan  $K = 8$ . (30%)
- (ii) Lakarkan semua sambutan untuk  $0 \leq t \leq 4$  saat. (20%)
- (iii) Hitung ralat keadaan-mantap untuk semua ketiga-tiga nilai  $K$ . Beri komen anda terhadap laju sambutan untuk ketiga-tiga kes. (20%)

(20%)

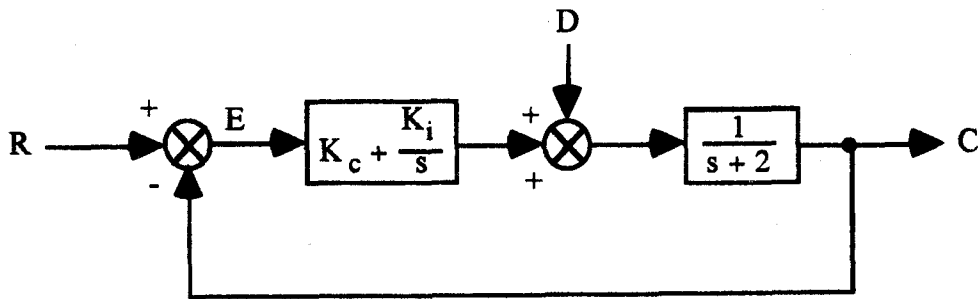
...6/-

5. Di dalam Rajah 5, pengawal di dalam bahagian (i) dipanggil kawal berkadaran dan yang di dalam bahagian (ii) adalah kawalan berkadaran campur kamiran. Untuk  $K_c = 4$ ,  $K_i = 5$ ;

- Cari fungsi pindah  $E/R$  dan  $E/D$ . (25%)
- Cari ralat keadaan-mantap  $e = r - c$  untuk masukan-masukan unit langkah R dan D satu demi satu. (25%)
- Bandingkan hasil-hasil bahagian (i) dan (ii) dan komen terhadap kesan-kesan prestasi keadaan-mantap dengan penambahan kawalan kamiran tersebut. (25%)
- Di dalam Rajah 5 di bawah, tentukan nilai-nilai keadaan mantap ralat sistem  $e_{ss}$  jika masukan  $r$  adalah isyarat unit rampa, untuk  $K_c = 4$ ,  $K_i = 5$ . Yang mana satu, (i) atau (ii), sebenarnya tidak mampu mengikut masukan unit rampa? (25%)

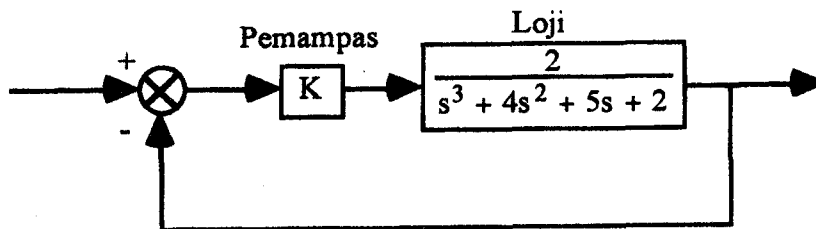


Rajah 5(i)



Rajah 5(ii)

6. Pertimbangkan sistem kawalan di dalam Rajah 6, di mana suatu pemampas berkadar digunakan. Misalkan bahawa suatu spesifikasi ke atas sistem kawalan ialah



Rajah 6

ralat keadaan mantap  $e_{ss}$  mesti lebih kecil daripada 2 peratus masukan unit langkah.

- (a) Selidiki julat  $K$  yang diperlukan bagi memastikan bahawa sistem stabil untuk spesifikasi di atas.

(50%)

- (b) Di dalam kes ini, jika spesifikasi tidak dapat dipenuhi anda dapat mencuba dengan menggantikan  $K$  dengan pemampas PI. Jika anda tetapkan  $K_p = 3$ , cari julat untuk  $K_I$  bagi kestabilan.

(50%)

## JADUAL JELMAAN LAPLACE

$f(t)$	$F(s)$
1. $f(t)$	$F(s) = \int_{0-}^{\infty} f(t)e^{-st} dt$
2. $a_1 f_1(t) + a_2 f_2(t)$	$a_1 F_1(s) + a_2 F_2(s)$
3. $\frac{d}{dt} f(t)$	$sF(s) - f(0-)$
4. $\frac{d^n}{dt^n} f(t)$	$s^n F(s) - \sum_{j=1}^n s^{n-j} f^{(j-1)}(0-)$
5. $\int_{0-}^t f(\tau) d\tau$	$\frac{1}{s} F(s)$
6. $\int_{0-}^t \int_{0-}^t f(\tau) d\tau d\sigma$	$\frac{1}{s^2} F(s)$
7. $(-t)^n f(t)$	$\frac{d^n}{ds^n} F(s)$
8. $f(t-a)u(t-a)$	$e^{-as} F(s)$
9. $e^{at} f(t)$	$F(s-a)$
10. $\delta(t)$	1
11. $\frac{d^n}{dt^n} \delta(t)$	$s^n$
12. $u(t)$	$\frac{1}{s}$
13. $t$	$\frac{1}{s^2}$
14. $\frac{t^n}{n!}$	$\frac{1}{s^{n+1}}$
15. $e^{-\alpha t}$	$\frac{1}{s+\alpha}$
16. $\frac{1}{\beta-\alpha} (e^{-\alpha t} - e^{-\beta t})$	$\frac{1}{(s+\alpha)(s+\beta)}$



17.	$\sin \omega t$	$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$
18.	$\cos \omega t$	$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$
19.	$\sinh at$	$\frac{a}{s^2 - a^2}$
20.	$\cosh at$	$\frac{s}{s^2 - a^2}$
21.	$e^{-at} \sin \omega t$	$\frac{\omega}{(s + \alpha^2) + \omega^2}$
22.	$e^{-at} \cos \omega t$	$\frac{(s + \alpha)}{(s + \alpha^2)}$
23.	$\frac{e^{-at} t^n}{n!}$	$\frac{\omega}{(s + \alpha)^{n+1}}$
24.	$\frac{t}{2\omega} \sin \omega t$	$\frac{s}{(s^2 + \omega^2)^2}$
25.	$\frac{1}{\alpha^n} J_n(xt); n = 0, 1, 2, 3, \dots$	$\frac{1}{(s^2 + \alpha^2)^{1/2} [s^2 + \alpha^2]^{1/2} - s}^{-n}$

(Fungsi Bessel - jenis pertama tertib ke-n)

26.	$(\pi t)^{-1/2}$	$s^{-1/2}$
27.	$t^k (k \text{ tidak perlu integer})$	$\frac{\Gamma(k+1)}{s^{k+1}}$